BETONADALÉKSZEREK



„Az adalékszerek a betonkeverékhez kis mennyiségben adagolt folyékony vagy por alakú, ritkán pépszerű építőipari vegyi készítmények, amelyekkel mind a friss, mind a megszilárdult a beton bizonyos kémiai és/vagy fizikai tulajdonságai céltudatosan, kedvezően befolyásolhatók.

Az adalékszerek megnevezése **jelzi azt hatást, amelynek céljából azt elsősorban adagoljuk; ezt *főhatásnak* nevezzük. *Az* adalékszerek azonban a beton egyéb tulajdonságait is megváltoztathatják; ennek *mellékhatás* a neve. A főhatás mindig kedvező, a mellékhatás azonban egyes alkalmazási területeken lehet kedvező, másutt kedvezőtlen. *Járulékos hatásnak* nevezzük azt a kedvezőtlen hatást, amely az adalékszer alkalmazásával elkerülhetetlenül együtt jár (pl. a légpórusképző adalékszerek csökkentik a szilárdságot). Ez utóbbi hatást a betonösszetétel tervezésekor figyelembe kell venni. Az adalékszer *kettős főhatású,* ha alkalmazásával kétféle főhatás (pl. képlékenyítő és légpórusképző) érhető el.” (Buday, 1999.)**

Bármilyen adalékszert csak úgy szabad használni, ahogy azt már a betonkeverék tervezésénél figyelembe vették, és az alkalmassági vizsgálat is az adott adalékszerrel készült.

Az adalékszerek viszonylag kis mennyiségben fejtik ki hatásukat, adagolásuk felső határa beton és vasbeton esetén általában a cementtartalomra vetített 5 tömeg%, feszített vasbeton esetén általában 2 tömeg%.

Ha többféle adalékszert alkalmaznak, akkor beton és vasbeton esetén együttes mennyiségük ne legyen több, mint a cementtartalomra vett 6 tömeg%, különleges cement alkalmazása mellett 5 tömeg%.

Nagyszilárdságú beton esetén a megengedett adalékszer adagolás a cementtartalomra vonatkoztatott 7 tömeg%, több adalékszer alkalmazása esetén együttesen 8 tömeg%.

Adalékszert a cementtartalomra vett 2 tömeg% alatt csak úgy szabad alkalmazni, ha az adalékszert a keverővíz egy részében előre feloldják.

Az adalékszereknek egymással és az alkalmazott cementtel való összeférhetőségét igazolni kell (lásd hátrébb).

Az adalékszerek ne károsítsák a betont (pl. a nagy alkálitartalmú adalékszer és az erre érzékeny adalékanyag egymásra hatásából alkáli reakció jöhet létre).

Vasbeton vagy feszített vasbeton, acélszál-erősítésű beton készítése esetén csak kloridmentes adalékszert szabad alkalmazni.

A folyékony adalékszerek víztartalmát – ha az adalékszer adagolása a megszilárdult beton térfogatára vetítve eléri a 3 liter/m^3 mennyiséget – a víz-cement tényező (folyadék-cement tényező) számításánál figyelembe kell venni, és ennyivel csökkenteni kell a tényleges vízadagolást.

Az adalékszerekre vonatkozó minőségi követelmények a MSZ EN 934-2 szabványban, a mintavételre és megfelelőség-ellenőrzésre vonatkozó előírások az MSZ EN 934-6 szabványban találhatók.

Az alkalmazás során az MSZ 4798-1:2004 szabvány adalékszerekre vonatkozó fejezete szerint kell eljárni.

A betontechnológiában alkalmazható *legfontosabb* adalékszerek főhatásuk szerint a következők:

képlékenyítőszerek,

folyósítószerek,

kötéslassítószerek,

kötésgyorsítószerek,

légbuborékképzőszerek,

vízzáróság fokozó szerek,

injektálást segítő szerek,

stabilizálószerek.

Képlékenyítő adalékszerek

A képlékenyítőszerek gyakorlatilag a betonépítés minden területén alkalmazhatók. Csökkentik a beton vízigényét, ezáltal javítják a bedolgozhatóságát, illetve a vízmegtakarítás folytán azonos cementtartalom mellett növelik a beton szilárdságát.

A legtöbb képlékenyítőszer lignin-szulfonsav sója, vagy polimer-féleség, például akril-fenolglikoléter bázisú szer.

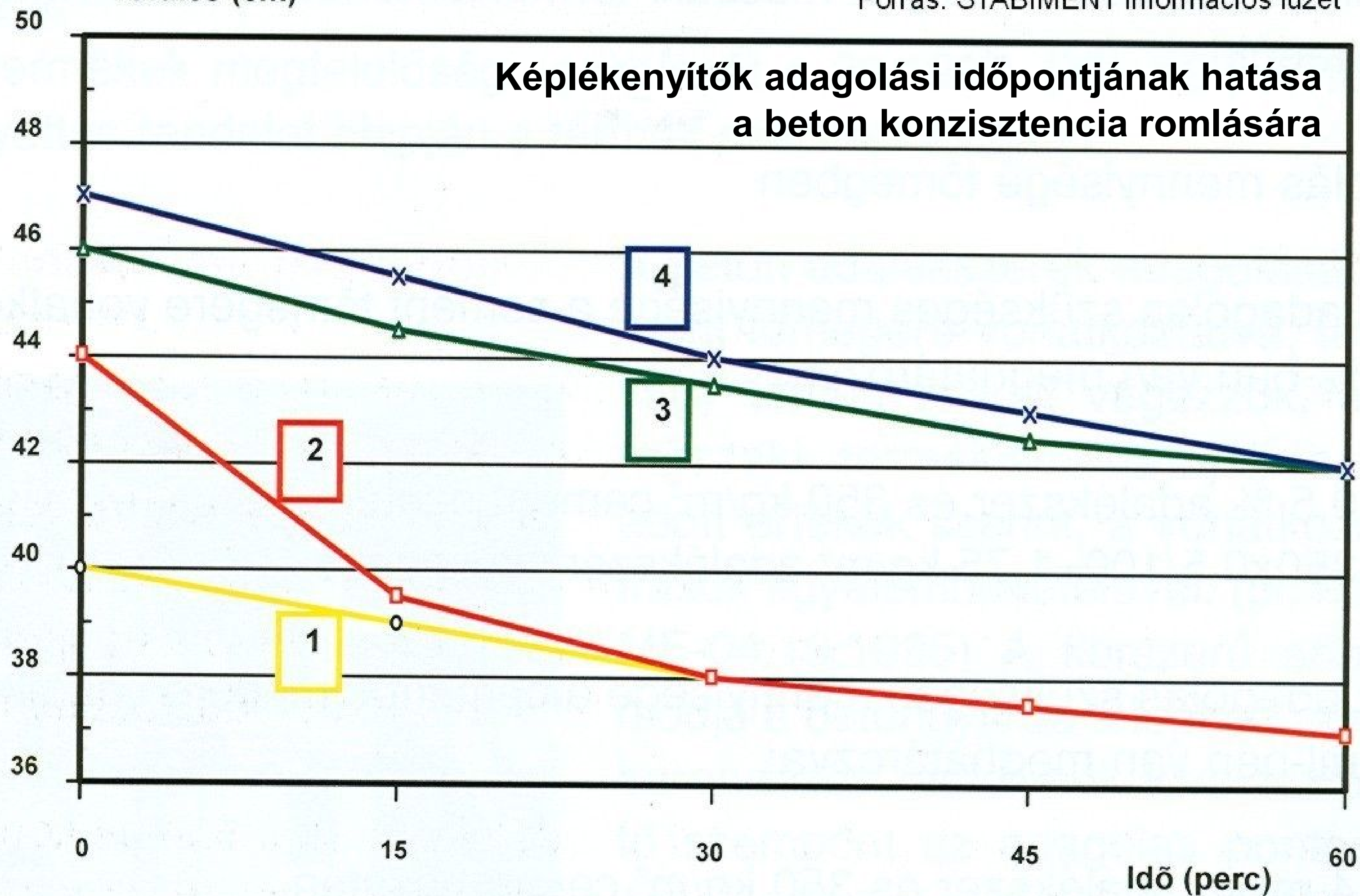
A képlékenyítőszerek csökkentik a víz felületi feszültségét, miáltal a beton szilárd alkotórészei jobban benedvesíthetőek, és ezáltal a vízfilm vastagsága csökken. Elősegítik a cement finom eloszlatását (diszpergálódását), így csökkentik a szilárd betonalkotók közötti súrlódást, és javítják a bedolgozhatóságot. A vízfilm vastagság csökkenésének köszönhetően lecsökken a kivérzési hajlam, és a szétosztályozódás veszélye a friss beton szállítása és bedolgozása közben.

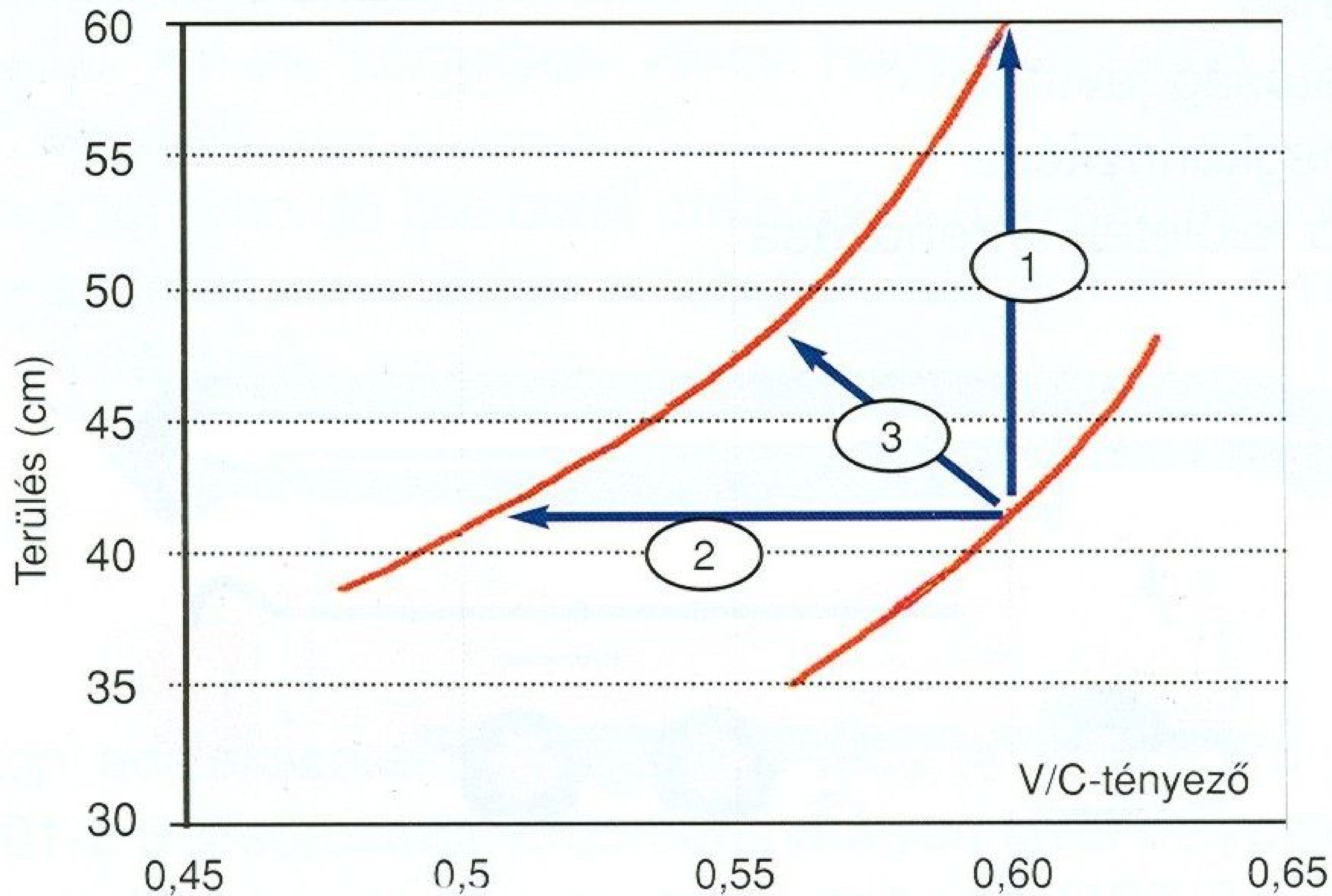
Ha a friss beton bedolgozhatósága képlékenyítőszer nélkül is megfelelő, akkor alkalmazásával, azonos bedolgozhatóság mellett a vízadagolás kb. 5 – 15 tömegszázalékkal csökkenthető, így azonos cementtartalom esetén a víz-cement tényező lecsökken, vagy a víz-cement tényező változatlanul tartása mellett a cementtartalom válik csökkenthetővé.

A kisebb vízadagolás azonos bedolgozhatóság esetén szilárdabb, tömörebb, kisebb áteresztőképességű, kisebb vízfelvételű, tartósabb betont eredményez.

A csökkentett víz-cement tényező és/vagy cementtartalom kedvezően befolyásolja a zsugorodást és a kúszást.

A csökkentett cementtartalom a tömegbetonok kisebb felmelegedését, kisebb belső feszültségek ébredését vonja maga után.


Terülés (cm)
Forrás: STABIMENT információs füzet
Képlékenyítők adagolási időpontjának hatása
a beton konzisztencia romlására
50
48
46
44
42
40
38
36
4
3
2
1
0
15
30
45
60
Idõ (perc)
1.
Képlékenyítõ
(BV) nélkül
2.
BV a víz
hozzáadása előtt
3.
BV a vízzel együtt
4.
BV a víz
hozzáadása után



Képlékenyítő- és folyósítószerek hatása

Folyósító adalékszerek

A folyósítószerek hatása a képlékenyítő szerek hatásának két-háromszorosa.

A folyósító adalékszereket általában vízcsökkentés és konzisztencia-javítás együttes céljával kell alkalmazni.

Az alkalmazandó folyósító adalékszer, illetve adalékszer kombináció kiválasztásánál figyelembe kell venni:

- a friss betonkeveréknek az adott körülmények (hőmérséklet, víz-cement tényező, cementtípus, szállítási távolság stb.) között megfelelő eltarthatóságát;
- a készítendő szerkezetbe történő minél jobb bedolgozhatóságot;
- a cementpéptartalom csökkentésének megvalósítható legnagyobb mértékét, amely mellett a bedolgozhatóság nem romlik (előnyt jelent a stabilizáló szerek vagy a stabilizáló szerekkel kombinált folyósító szerek alkalmazása).

A folyósítószereknek hatóanyaguk szerint alapvetően több csoportját lehet megkülönböztetni:

- <u>lignin-szulfonát bázisú folyósítószerek</u> (az első alkalmazás éve: 1930). A lignin a cellulóz mellett a fák fő alkotója. A lignin-szulfonát modifikált természetes anyagnak tekinthető, a tömör betonok készítésének első folyósítószere. Várható vízcsökkentő hatása 5-10 %;

- <u>glükoz bázisú folyósítószerek</u> (az első alkalmazás éve: 1940). Alkalmazása nem terjedt el;

- <u>naftalin-formaldehid-szulfonát bázisú folyósítószerek</u> (az első alkalmazás éve: 1970). A jelentősebb mértékben csökkentett víz-cement tényezőjű betonok első folyósítószere. Várható vízcsökkentő hatása 15-25 %;

- <u>melamin-formaldehid-szulfonát bázisú folyósítószerek</u> (az első alkalmazás éve: 1980). Folyós betonok készítésére alkalmas folyósítószer, amely nagy korai szilárdságot is eredményez. Várható vízcsökkentő hatása 12-20 %;

A naftalin- vagy melamin-formaldehid-szulfonát bázisú folyósítószerek adagolandó mennyisége a megfelelő folyósság eléréséhez a cementtartalomra vetítve 0,5 – 2,0 tömeg%.

- szulfonált-vinilkopolimer bázisú folyósítószerek (az első alkalmazás éve: 1990). A nagy-teljesítőképességű, nagyszilárdságú, nagytömörségű (a beton nyomószilárdsági osztálya ≥ C55/67) betonok első folyósítószere. Várható vízcsökkentő hatása 20-35 %. Nevezik szuper-folyósítószernek is;

- polikarboxilat bázisú folyósítószerek (az első alkalmazás éve: 2000). Az *öntömörödő betonok* speciális adalékszere. Alkalmazásával a beton víz-kötőanyag tényezője különleges esetekben akár 0,22-nál is kisebb lehet. Nevezik szuper-folyósítószernek is.

A szuper-folyósítószerek hatásideje mintegy félóra. Ezért a friss beton gyors meghúzása miatt utóadagolásuk is megengedett. Sok esetben kombinálják a szuper-folyósítószerek adagolását a hagyományos folyósítószerekével úgy, hogy a transzportbeton üzemben az alap-konzisztenciát hagyományos folyósítószerrel állítják be, és a szuper-folyósítószert csak az építéshelyen keverik a betonba a beépítési konzisztencia beállításának céljából. Kiegészítésképpen kötéslassítószer és légbuborékképzőszer alkalmazása is szükséges lehet.

A nagy-teljesítőképességű, nagyszilárdságú betonok (a beton nyomószilárdsági osztálya ≥ C55/67) előállítására szilikaporból és szuper-folyósítószerből álló poralakú kompozitok is beszerezhetők. A nagyszilárdságú betonok ismertetőjele a kis víz-kötőanyag tényező, ahol kötőanyag alatt a cement és a hidraulikus kiegészítőanyag összegét kell érteni. A víz-kötőanyag tényező (beleszámítva az adalékszer víztartalmát is) értéke általában kisebb, mint 0,36, különleges esetekben akár, mint 0,22. A portlandcementek ún. kémiai vízigénye 0,25-0,27 körüli. A 0,22 értékű víz-kötőanyag tényező alkalmazásánál a teljes hidratációhoz szükséges vizet később kell pótolni.

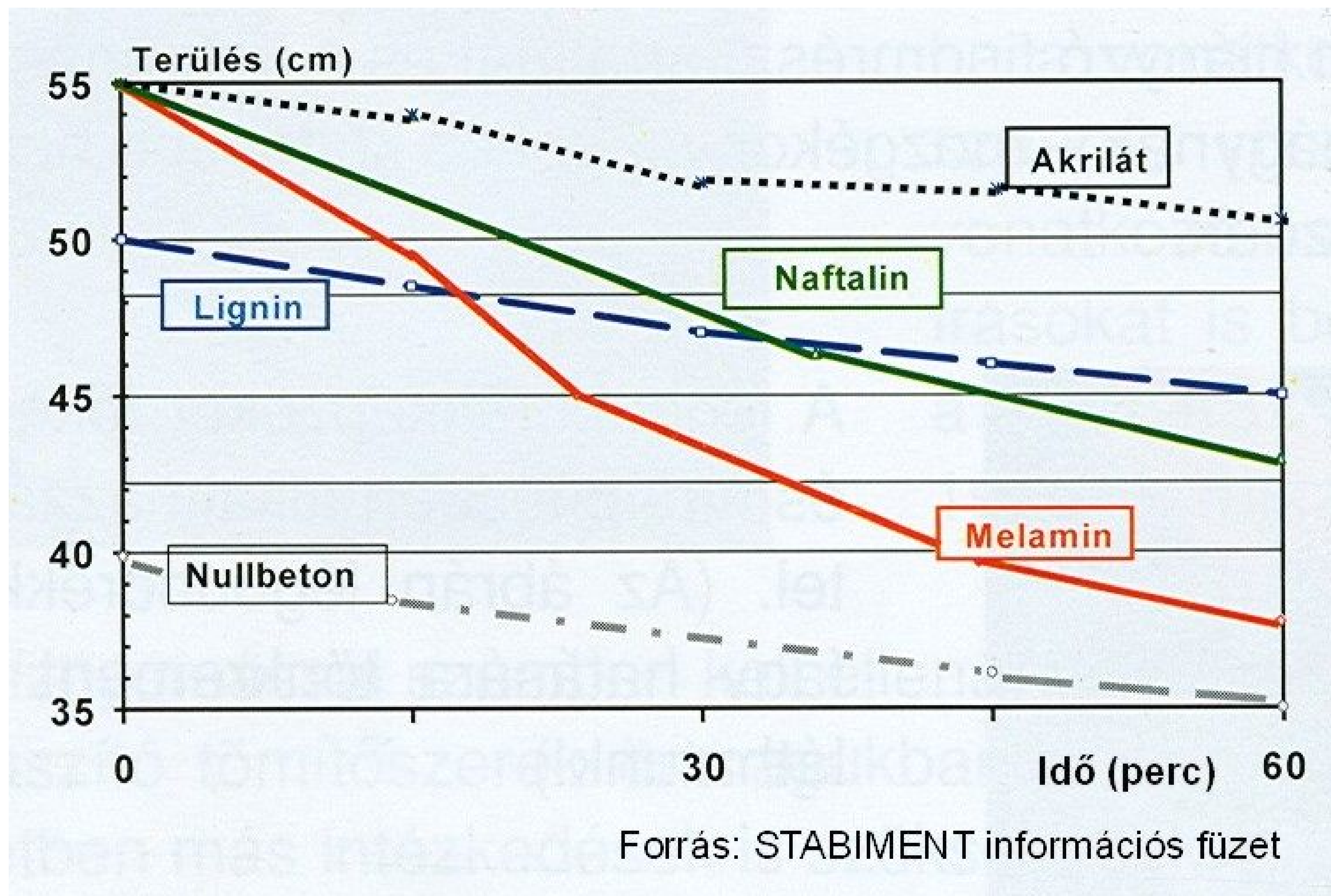
A szuper-folyósítószerrel készített friss nagy-teljesítőképességű, nagyszilárdságú beton konzisztenciája általában önthető, mégis ragadós. A ragadósság csökkentésére olykor légbuborékképző-szert szoktak adagolni. Minthogy a szuper-folyósítószer hatásaként a beton általában gyorsan köt, a légbuborékképzőszer utóadagolása lehet szükséges.

A nagy kötőanyagtartalom miatt előnyös, ha a friss nagy-teljesítőképességű, nagyszilárdságú beton kis hőmérsékletű, és ezért célszerű lehet az adalékanyagot hűteni.

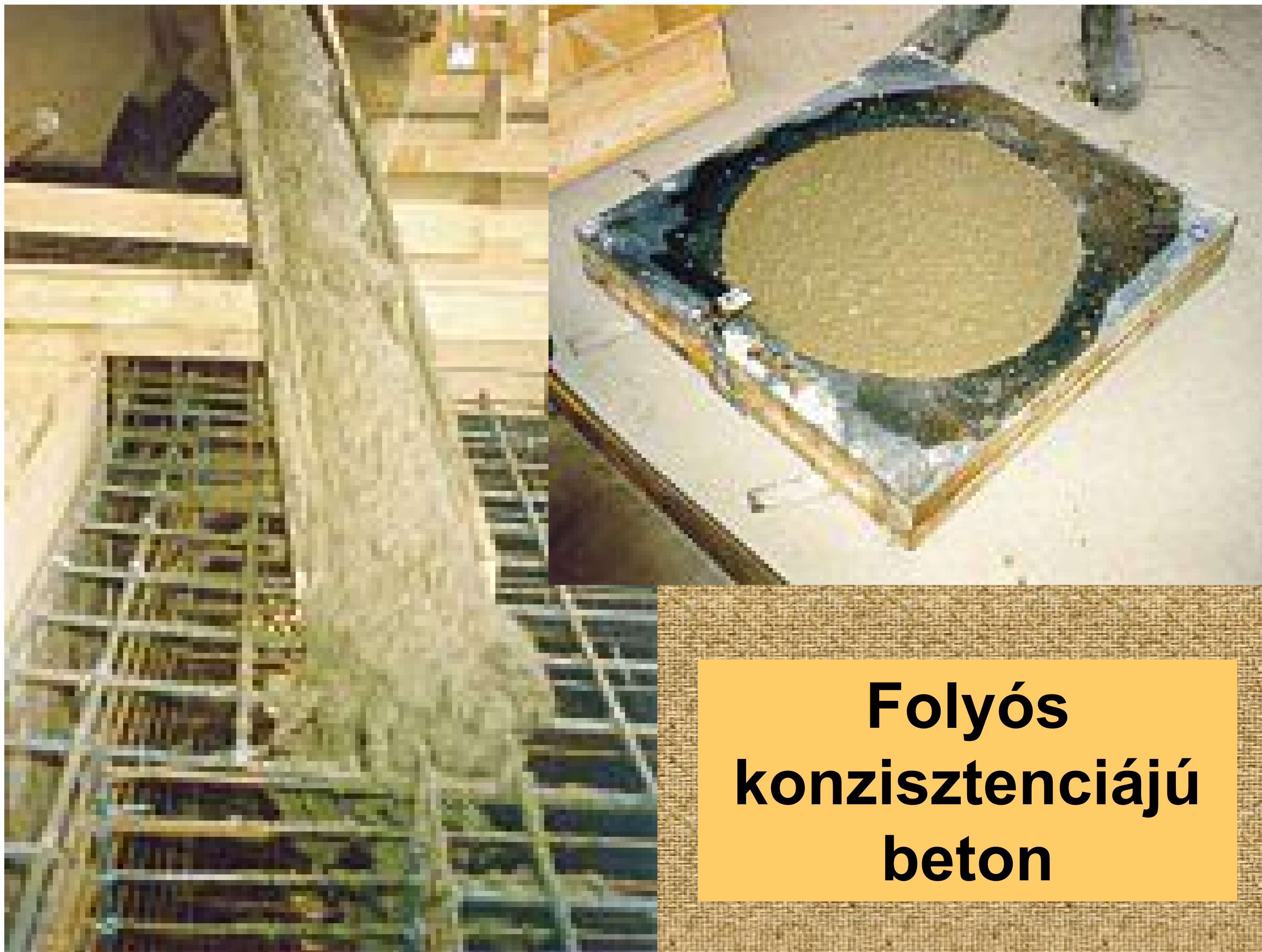
A nagy-teljesítőképességű, nagyszilárdságú beton kémiai ellenállása nagyobb, jobban ellenáll az acélkorróziós hatásoknak és az erős mechanikai koptató igénybevételeknek.

A nagy-teljesítőképességű, nagyszilárdságú beton utókezelése különösen fontos. Feltétlenül szükséges a beton utókezelését a bedolgozás után azonnal megkezdeni, hogy ne lépjenek repedések fel, és a beton tartóssága biztosított legyen.

A nagy-teljesítőképességű, nagyszilárdságú beton nagy érzékenysége miatt a szuper-folyósítószer mindenre kiterjedő alkalmassági vizsgálata nem engedhető el, amelyet erre akkreditált laboratórium kell nagy szakértelemmel végezzen.



A folyósítószer hatása az idő függvényében csökken


Folyós
konzisztenciájú
beton

Kötéskésleltető (kötéslassító) adalékszerek

A kötéskésleltetőszerek meghosszabbítják a beton bedolgozhatóságának idejét.

Főként foszfátokból és ezek sóiból, valamint szerves anyagokból, például oxikarbonsavak sóiból vagy glukonátokból készülnek.

A kötéskésleltetőszerek fajtájuktól függően akadályozzák a cement gyorsan reagáló komponenseinek, például az aluminátoknak az oldódását, vagy a víznek a cementre való hatását, úgy hogy a hidratáció késleltetve megy végbe.

A késleltetés magától a kötéskésleltetőszertől és a cement kémiai összetételétől függ, de hatással van rá a friss beton és a környezet hőmérséklete is.

Amíg a foszfátbázisú kötéskésleltetőszerek a kötés kezdetét és végét közel azonosan késleltetik, addig a szerves anyagok, különösen az oxikarbonsav és a glukonát bázisúak nem csak a kötés kezdetét, hanem oly módon változtatják meg a végét is, hogy a kötés kezdete és vége között eltelt idő tízszer is hosszabb lehet, mint kötéskésleltetőszer adagolása nélkül. Vannak szerves kötéskésleltetőszerek, amelyek a friss beton korai dermedését okozzák.

Kötéskésleltetőszert alkalmaznak például a nagyobb építmények esetén a munkahézagok kiiktatására, vagy ha a bedolgozott friss beton utólagos alakváltozásnak lesz kitéve (például a mintaív vagy zsaluzat megereszkedése), vagy nagy hőmérsékleten történő betonozás során, vagy a mixerek hosszú szállítási, illetve várakozási ideje esetén.

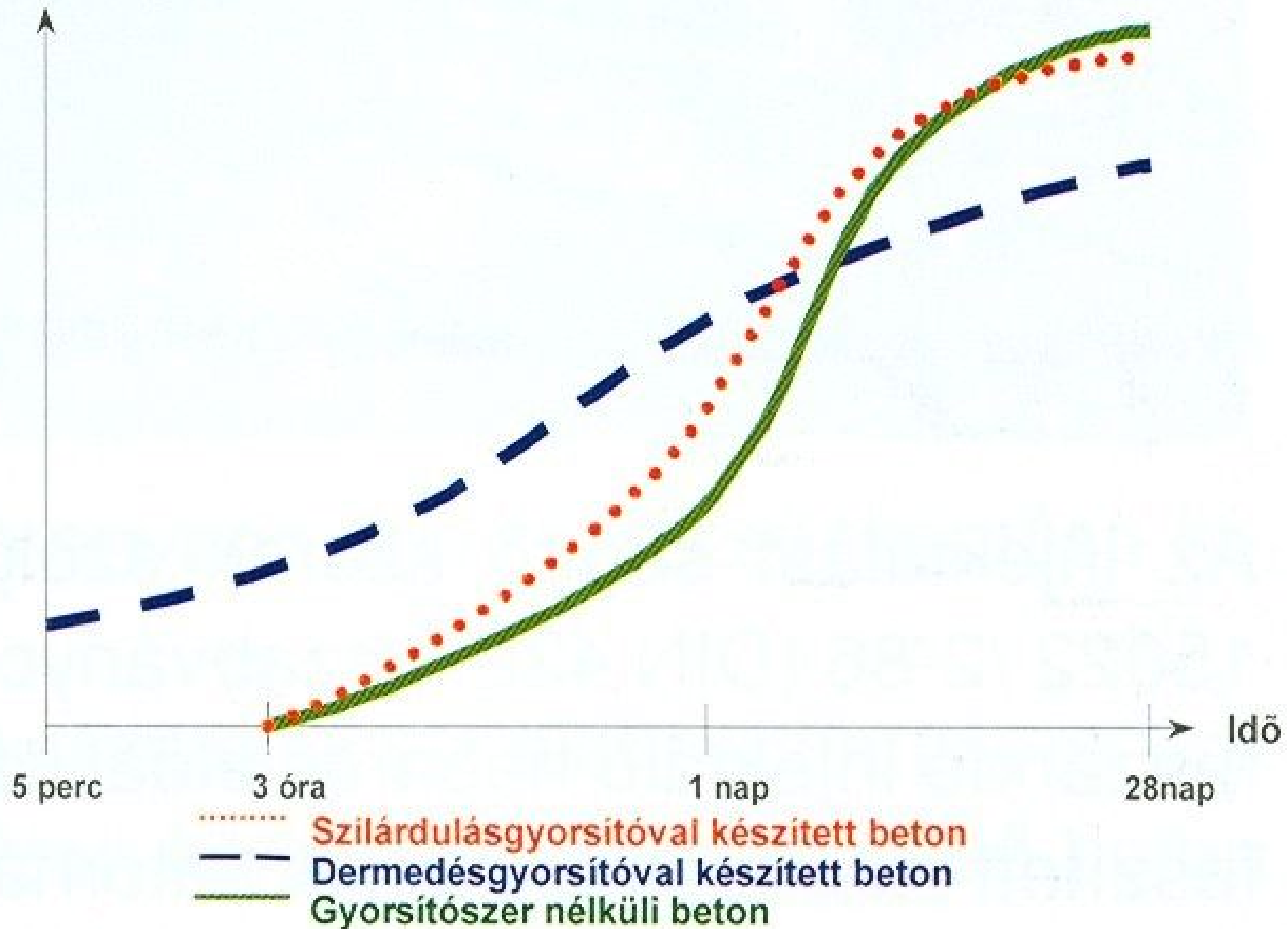
Kötésgyorsító adalékszerek

A kötésgyorsítószerek a cement kötését és általában a beton korai szilárdságának kialakulását is gyorsítják, adott esetben kis hőmérsékleten is.

A kötésgyorsítószerek gyakran alkálikusan ható sókból, például nátriumkarbonátból, alkálialuminátból készülnek. Ez esetben az adalékanyag alkáli érzékenységét vizsgálni kell. Az újabb fejlesztések a környezetbarát, alkáli-mentes kötésgyorsítószerek felé fordulnak. Lényegében a lövellt beton technológiában (pl. vízbetörések megállítása táró- vagy alagútépítésben) játszanak fontos szerepet.

A kötésgyorsítás a kötésgyorsítószer fajtájától és alkalmazott mennyiségétől, a cement kémiai összetételétől, továbbá a friss beton és a környezet hőmérsékletétől függ. A kötésgyorsítószerekre a legtöbb cement kevéssé reagál. A túladagolás a kötést késleltetheti gyorsítás helyett. A friss betont kötésgyorsítószerrel csak mérsékelten lehet a káros fagyhatásoktól megvédeni.

A gyorsítószerek hatása a betonban



Forrás: STABIMENT információs füzet

Légbuborékképző adalékszerek

A légbuborékképző adalékszerek mindenek előtt a beton fagy- és olvasztósó-állóságát növelik. Valamelyest képlékenyítő hatásuk is van.

A légbuborékképzőszerek főként bizonyos gyanták vízoldható szappanaiból és szintetikus szerves anyagokból állnak.

A légbuborékképzőszerek a betonban igen nagyszámú, kisméretű (átmérőjük ≤ 0,3 mm) légbuborékot hoznak létre. A friss betonba légbuborékképzőszerrel bevitt légbuborékok a megszilárdult betonban is megmaradnak. A beton megfagyásakor a kapillárisokból kiszorított víz egy részét felveszik, és a képződő jégkristály-nyomást levezetik. A kapillárisokban megfagyó víz kitágulásának teret adnak, a kapillárisok megszakításával csökkentik a vízfelszívást, ezáltal a beton jégkristály-nyomás okozta szétrepedezésének veszélye lecsökken. Hasonló jelenség játszódik le a kikristályosodó olvasztósó kristály-nyomásának semlegesítésekor is.

A betonban képzett légbuborékok általában csökkentik a beton szilárdságát, kivéve, ha a képlékenyítő hatást a víz-cement tényező csökkentésére használjuk. Ez azonban általában csak viszonylag csekély levegőtartalom esetén lehetséges. A légbuborékképzőszer túladagolása a beton nyomószilárdságának jelentős csökkenését okozza. Szivattyús szállításkor a légbuborékos friss betonban lévő jelentős mennyiségű levegő összenyomódása folytán a betonszivattyú hatékony működése, a légbuborékos beton szivattyúzhatósága a szállítási távolságtól függő mértékben romlik.

A beton kémiai hatásokkal szembeni ellenállását légbuborékképzőszerrel nem lehet növelni. A légbuborékos beton kúszása mindig nagyobb, mint a légbuborékképzőszer nélkülié. Légbuborékképzőszer és képlékenyítő- vagy folyósítószer együttes alkalmazása során hatás-vizsgálattal meg kell győződni arról, hogy a légbuborékképzés a képlékenyítő- vagy folyósítószerben lévő habzásgátló ellenére szavatolható.

Alkalmazása elsősorban útpályaszerkezetek esetén elengedhetetlen, magas- és mélyépítési betonok fagyállósága légbuborékképzőszer nélkül is megoldható.

Eszköz a pórusméret és eloszlás meghatározására



Vízzáróságfokozó adalékszerek

A vízzáróságfokozó-szerek csökkentik a beton vízfelvételét és a víz betonba való behatolásának mélységét.

A szilikáttartalmú vízzáróságfokozó-szerek reakcióba lépnek a cement hidratációs termékeivel, aminek hatására kapillárporozitást csökkentő hidro-szilikátok keletkeznek. Ennek ellenére víznyomás hatására vízfelvétellel kell számolni. Alkalmazásuk feltétele, hogy a beton eleve vízzáró és kis vízfelvételű betonnak készüljön. Vízzáróságfokozó-szerrel nem lehet a rossz összetételű és rosszul tömörített betont vízzáróvá tenni. A vízzáróságfokozó-szerek növelhetik a beton levegőtartalmát, ezáltal csökkenthetik a betonszilárdságot, és növelhetik a zsugorodást.

A vízzáróságfokozó-szereket a mélyépítésben, a vízépítésben, és tartályok építése során szokás alkalmazni.

Injektálást segítő adalékszerek

Az injektálást segítő adalékszerek képlékennyé teszik az injektáló anyagot, csökkentik a vízkiválást.

Az injektálást segítő adalékszerek hatóanyaga többnyire hidrogéngáz fejlesztő alumíniumpor. A gázképzőhatás csökkenő hőmérséklet mellett visszaesik, és függvénye a cement kémiai összetételének és korának is.

Az injektálást segítő adalékszereket általában a cementpép vagy cementhabarcs feszítőacél-csatornákba való sajtolásához, vagy egyéb üregek, repedések kitöltéséhez alkalmazzák. A fejlődő gáz a friss cementpépet, illetve cementhabarcsot megkeleszti, ezáltal az a feszítőacél és a csatorna közötti hézagot kitölti, és az injektáló anyag zsugorodása ellen hat.

Stabilizáló adalékszerek

A stabilizáló adalékszereket elsősorban a vízkiválás (kivérzés) csökkentésére adagolják a betonhoz, például kedvezőtlen adalékanyag szemmegoszlás esetén, könnyűbetonoknál a durva könnyűadalékanyag szemek felúszása ellen, vagy a szivattyúzott beton jobb összetartóképessége érdekében.

A stabilizálószerek diszpergáló hatású polimerek és megfelelő katalizátorok. A modifikálástól függően a stabilizálószerek valamelyest képlékenyítenek is.

A stabilizálószert a száraz keverékhez, a betonfajtától függően a cement tömegére vett 0,15 – 0,30 tömegszázalékban kell hozzáadni.

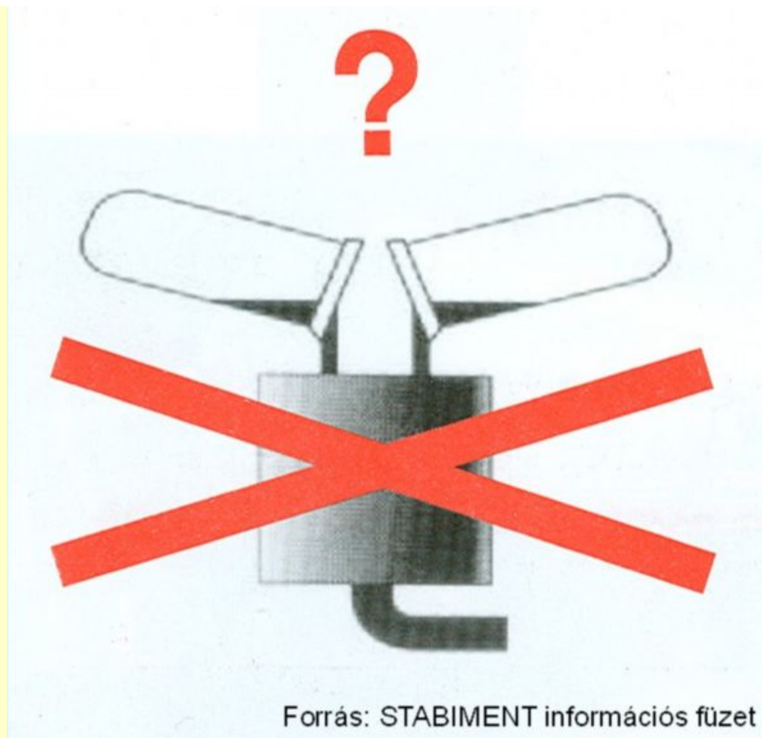
A beton a stabilizálószer hatására kissé szívósabb és ragadósabb, de valamivel alakíthatóbb is lesz. Nagyobb adagolás és földnedvesebb konzisztencia esetén előnytelenül nagy ragadósság léphet fel.

A betonadalékszerek szerves hatóanyagait a mikroorganizmusok megtámadhatják és lebonthatják, amiért az adalékszereket a tartósság érdekében gyakran csekély — az adalékszernek mintegy 0,02 – 0,5 tömegszázalékát kitevő — mennyiségű illó tartósítószerrel, leggyakrabban formaldehiddel és vegyületeivel (például melamin-szulfonátok vagy naftalin-szulfonátok esetén), fenolos vegyületekkel, izotiazol vegyületekkel stabilizálni szokták.

Adalékszerek összeférhetősége

Forrás: Dr. Buday Tibor: Betonadalékszerek. ÉTK Budapest, 1999.

„Az adalékszerek főhatásukat maradéktalanul csak akkor fejtik ki, ha az alkalmazott cementtel és az egyidejűleg adagolt többi adalékszerrel összeférhetők. Az adalékszer akkor minősül a cementtel összeférhetőnek, ha a megengedett legnagyobb adagjával készült keverék teljesíti az alapkövetelményeket és a főhatás szerinti betontechnológiai követelményeket. Kettő vagy több, különféle betontechnológiai hatás céljából, egyazon keverékbe adagolt adalékszer akkor minősül összeférhetőnek, ha a gyártó által javasolt sorrendben és mennyiségben adagolva a betonkeverék, a friss és a szilárd beton jellemzői teljesítik az egyes adalékszerekre előírt követelményeket.



A gyártók általában **tiltják, hogy az adalékszereket eredeti töménységben egymással összekeverjük**. Ez a tiltás többnyire a hígított formában való összekeverésre is érvényes.

Az adalékszerek közvetlen összekeverése nem kívánatos reakcióhoz, kicsapódáshoz, csomósodáshoz vezethet, amelyek a kívánt hatás vagy hatások elmaradása mellett az adagolóbe-rendezés eldugulását is okozhatják. Ennek elkerülésére a korszerű vegyszeradagolók az egyes adagolások között vízárammal öblítik ki a mérőhengereket.

Ha nem ismerjük a gyártó ezzel kapcsolatos előírásait, akkor az adalékszereket mindig egymást követően, az előzőleg adagolt adalékszer eloszlatása után adagoljuk a betonkeverékbe.

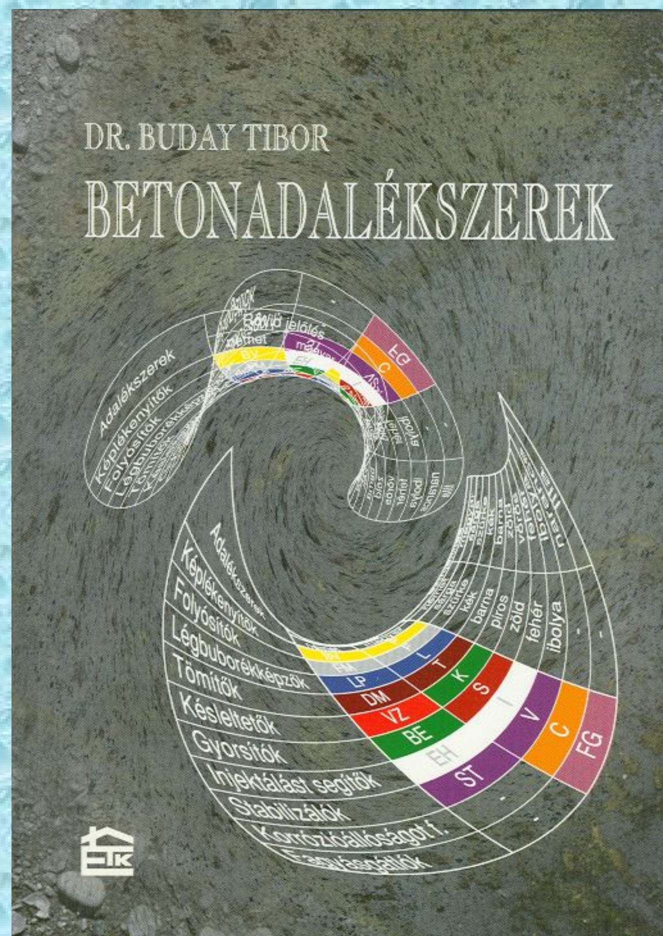
Az egyébként összeférhető adalékszerek összeférhetetlenné válnak, ha helytelen sorrendben adagoljuk őket. Ez történik akkor, amikor megszegjük azt az alapszabályt, amely szerint először mindig az elektrolit típusú (gyorsító, fagyásgátló, késleltető) adalékszereket kell a betonkeverékben egyenletesen eloszlatni, majd csak ezt követően a szerves hatóanyagú (képlékenyítő, folyósító, légpórusképző, tömítő) adalékszereket. Ellenkező sorrendben ugyanis az elektrolit típusú adalékszer kisózhatja, kicsaphatja, vagyis hatástalaníthatja a szerves hatóanyagú adalékszereket.

A gyártók a főhatás szerint azonos csoportba sorolt adalékszerek társítását sem engedik meg. Egyetlen kivételt képeznek a folyósító adalékszerek.

Az előzőekből következik, hogy több adalékszer együttes adagolásakor minden esetben végezzünk előzetes vizsgálatot, még akkor is, ha a vizsgálatot az egyes adalékszerekkel külön-külön már elvégeztük.”

AJÁNLOTT IRODALOM

Dr. Buday Tibor: Betonadalékszerek. Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft. Budapest, 1999.



MÉASZ ME-04.19:1955
Műszaki előírás beton és vasbeton készítésére.
Budapest, 1995.
3.4. fejezet:
Az adalékszerek.

KÖSZÖNÖM SZÉPEN A FIGYELMÜKET…

MAGYAR ÉPÍTŐANYAGIPARI SZÖVETSÉG

MŰSZAKI ELŐÍRÁS

BETON ÉS VASBETON KÉSZÍTÉSE

Hivatkozás: MÉASZ ME-04.19:1995

1. fejezet
A Műszaki Előírás hatálya

2. fejezet
Fogalommeghatározások

3. fejezet
A beton alapanyagai

Budapest, 1995.